

## **INSERÇÃO DE INCERTEZA NA FUNÇÃO CUSTO DO MODELO DE *SIMULATED ANNEALING* APLICADO NO POSICIONAMENTO DE CIRCUITOS VLSI**

**PORTO, Gabriel Soares  
MEINHARDT, Cristina; BUTZEN, Paulo Francisco  
gabrielporto93@gmail.com**

**Evento: Congresso de Iniciação Científica  
Área do conhecimento: Ciências Exatas e da Terra**

**Palavras-chave:** Microeletrônica; Posicionamento de Células; Ferramentas de EDA

### **1 INTRODUÇÃO**

No fluxo de projeto de um circuito integrado existem duas principais metodologias: *Standard Cell* (SC) e *Full Custom* (FC). A metodologia SC é a mais adotada industrialmente por explorar uma biblioteca de células previamente definida. Neste fluxo de projeto, uma das principais etapas é a síntese física, responsável em converter o projeto do circuito em uma estrutura física. Durante a síntese física, encontra-se a etapa de posicionamento, a qual é responsável encontrar posições válidas para células a fim de que reduza um conjunto de restrições e que tenha espaço suficiente para a próxima etapa: o roteamento. Um posicionamento de baixa qualidade pode consumir grandes áreas no *chip*, resultando em uma degradação no desempenho, levando geralmente a estados de alta dificuldade para realizar a etapa de roteamento [1]. Para a modelagem do problema de posicionamento, neste trabalho é utilizado o algoritmo de *Simulated Annealing* (SA), uma meta-heurística que faz analogia a processos físicos e químicos na área de metalurgia, levando em conta variações de funções custo para avaliação do resultado do posicionamento.

### **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

A meta-heurística SA inspira-se no processo físico de criar um cristal perfeito, ou seja, obter um estado de energia mínima do sistema. Na metalurgia, o sistema é elevado a altas temperaturas e resfriado lentamente para que seus átomos se aloquem em bons lugares [2]. Analogamente para o posicionamento, o sistema é perturbado fazendo com que células troquem de posição, aplicando funções custo para avaliar a aceitação. No posicionamento, a função custo normalmente adotada é o *Half-Perimeter Wirelength* (HPWL), uma estimativa de comprimento de fios. O sistema mantém uma variável de temperatura para controlar a aceitação das trocas provocadas pelas perturbações. Eventualmente é aceito um estado de piora devido a modelagem física do sistema através do fator de Boltzmann, fator o qual dependente da temperatura. A função de temperatura é reduzida ao longo da execução, alterando o perfil guloso do algoritmo de acordo com o fator descrito anteriormente.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram feitos testes com variações de função custo do sistema e foi inserido no cálculo do HPWL um grau de incerteza na estimativa de comprimento de fio, que

insere um grau de otimismo, variando a estimativa para menos, e um grau de pessimismo, variando para mais. Para fins de testes foram utilizados quatro *benchmarks* do padrão ISCAS85 [3]. Todo o conjunto foi submetido aos mesmos valores de parâmetros do algoritmo, e um grau de incerteza de 20%. Para todos os experimentos foi considerado o mesmo número de iterações no *Simulated Annealing*.

Foram implementados três alterações de função custo, além do método tradicional de cálculo de estimativa de comprimento de fio, denominado SA neste trabalho. O método SA\_Misto é uma alteração do método SA que recebe o grau de incerteza fazendo variar de forma aleatória o resultado tanto para mais como para menos, enquanto o SA\_Otimista tem uma variação para menos e o SA\_Pessimista com variação para mais. No algoritmo o grau de incerteza atua como delimitador da variação, onde neste caso irá variar de 0% a 20%.

#### 4 RESULTADOS e DISCUSSÃO

Foi realizado o posicionamento do conjunto de *benchmarks* apresentado na Tabela 1, a qual apresenta o resultado do cálculo das funções custo (HPWL) para cada fluxo de execução do algoritmo. Com os resultados preliminares, observa-se que a variação aleatória de 20% no cálculo da função custo apresentou uma pequena melhora quando se adota a alternativa SA\_Otimista, onde sempre é inserida a variação de redução no HPWL a cada iteração do algoritmo SA.

Tabela 1 – Valores Parciais de Estimativa de Comprimento de fio ( $10^4$ )

<b>Circuito</b>	<b>SA</b>	<b>SA_Otimista</b>	<b>SA_Pessimista</b>	<b>SA_Misto</b>
c6288	167,65	167,03	169,07	167,44
c499	5,40	5,37	5,48	5,42
c880	9,38	8,99	9,48	9,49
c432	2,97	2,89	3,01	2,91

#### 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou três alterações do algoritmo de *Half-Perimeter Wirelength*. Em experimentos realizados até o momento é possível observar que com 20% de grau de incerteza, mesmo tendo variações relativamente pequenas, a solução SA\_Otimista é uma opção em relação ao SA tradicional por apresentar resultados melhores. Para trabalhos futuros é necessário avaliar o impacto de diferentes valores de grau de incerteza, para que se possa concluir a sua eficácia.

#### REFERÊNCIAS

- [1] SHERWANI, Naveed. *Algorithms For VLSI Physical Design Automation*. 3. ed. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1999. p. 219-223.
- [2] RUTENBAR, Rob. *Simulated Annealing Algorithms: an overview*. *Circuits and Devices Magazine*. IEEE 1989. p. 19-26.
- [3] ISCAS85 *Combinational Benchmark Circuits*. Disponível em: <<https://filebox.ece.vt.edu/~mhsiao/iscas85.html>>. Acesso em: 15 maio 2015.